



**HAL**  
open science

## Un drone pour détecter et délimiter les zones humides : une réalité imminente ?

Florentin Madrolles, Solenne Lefèvre, Lauranne Pille, Matthieu de Pinel,  
Philippe Durand

### ► To cite this version:

Florentin Madrolles, Solenne Lefèvre, Lauranne Pille, Matthieu de Pinel, Philippe Durand. Un drone pour détecter et délimiter les zones humides : une réalité imminente ?. *Revue forestière française*, 2013, 65 (6), pp.547-565. 10.4267/2042/53988 . hal-01598664

**HAL Id: hal-01598664**

**<https://agroparistech.hal.science/hal-01598664>**

Submitted on 24 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# UN DRONE POUR DÉTECTER ET DÉLIMITER LES ZONES HUMIDES : UNE RÉALITÉ IMMINENTE ?

FLORENTIN MADROLLES – SOLENNE LEFÈVRE – LAURANNE PILLE –  
MATTHIEU DE PINEL – PHILIPPE DURAND

Depuis l'arrivée du GPS dans la gestion des espaces naturels, aucun nouvel outil n'avait permis de révolutionner ce domaine jusqu'à aujourd'hui. Désormais, le drone fait figure de technologie futuriste et il véhicule avec lui son origine militaire (tout comme le GPS) ; pourtant ses applications et ses utilisations peuvent rendre de nombreux services.

### QU'EST-CE QU'UN DRONE ?

Le drone utilisé par GeoFalco est un petit avion sans pilote qui fait moins d'un mètre d'envergure pour environ 700 grammes. Il est radioguidé et suit un plan de vol prédéfini à l'avance grâce à son GPS inclus. Il vole entre 36 et 57 km/h et peut résister à des vents allant jusqu'à 45 km/h. Il est muni d'une caméra de 16 mégapixels qui lui permet de réaliser des photographies aériennes à très haute résolution.

Conformément à la loi, son rayon d'action ne dépasse pas 1 km autour du lieu de son décollage et son altitude de vol est plafonnée à 150 m du sol.

L'utilisation des drones est très réglementée en France et seules quelques entreprises ont les autorisations et les qualifications nécessaires pour les utiliser conformément à l'arrêté du 11 avril 2012 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par des aéronefs qui circulent sans personne à bord.



Photo 1 Drone Ebee utilisé par la société GeoFalco

Photo Florentin Madrolles, 07/02/2014

## UN PANEL D'OUTILS

Ce drone peut fournir plusieurs types d'images, notamment des orthophotographies en couleur et en proche infrarouge d'une résolution de 3 cm/pixel, ainsi que des modèles numériques de surface (MNS) d'une résolution de 5 cm/pixel.

### Vous avez dit orthophotographies ?

Il s'agit d'une photographie aérienne, référencée géographiquement (on dit aussi géo-référencée) et rectifiée en fonction du relief et des déformations dues aux objectifs des caméras et aux angles de prise de vue des clichés (on parle d'orthorectification).

Les orthophotographies, très précises et lisibles (absence de nuages à cette altitude), renseignent sur les éléments du paysage et de la végétation. Le proche infrarouge permet par exemple de localiser la végétation flottante ou submergée dans des eaux peu profondes, les zones humides... Le MNS quant à lui complète les données précédentes en fournissant des informations fines sur le relief, le sens de l'écoulement de l'eau...

À partir d'images de drone, il est possible de calculer des indices comme l'indice de végétation normalisé (NDVI, *normalized difference vegetation index*) ou l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI, *soil adjusted vegetation index*), qui sont utiles lors de la réalisation de cartographies aussi bien dans les domaines de la gestion de l'eau, de l'agriculture ou encore de la gestion forestière, en estimant par exemple l'état de santé de la végétation face à des stress hydriques, les dégâts post-catastrophes climatiques, de manière plus automatique ou encore la hauteur des arbres.



Photo 2 Orthophotographie à partir d'un drone sur la commune de La Bastide d'Engras (Gard)  
Prise de vue le 22/01/2014 par la société GeoFalco

## UN DRONE, POUR QUOI FAIRE ?

Les données issues du drone permettent de réaliser tout un ensemble d'études comme par exemple :

- la cartographie fine (à haute résolution), précise (validité des données) et rapide des habitats, ce qui permet d'alléger la phase de terrain ;
- le suivi de mares permanentes ou temporaires, en fonction de la saison et la dynamique d'assèchement ;
- la détection et la délimitation rapide et précise des zones humides ;
- le fonctionnement des zones humides (détection des fossés, sens de l'écoulement de l'eau grâce au MNS) ;
- l'identification d'espèces grâce à la précision des images ;
- la gestion et le suivi dans le cadre de projets d'aménagement : qualité de la végétation, évolution des surfaces (par exemple celles de l'eau dans les mares) et du paysage ;
- la simulation de la dynamique de montée et de descente du niveau de l'eau par modélisation en 3D...

Les images et données issues de drone peuvent aussi avoir un aspect "communicant" très séduisant du fait de leur résolution qui les rend très parlantes pour le public notamment.

## LA MÉTÉO, UN ÉLÉMENT CRUCIAL

Le choix de la date de collecte des images avec le drone doit être déterminé en fonction de l'objectif pour lequel les photographies sont collectées. Ainsi pour la détection et la délimitation de roselières, il est préférable de réaliser un passage pendant l'hiver pour une photointerprétation facilitée. Lors de ce passage hivernal, les zones humides et la végétation pérenne peuvent aussi être repérées. À l'opposé, l'été et l'automne seront plutôt propices à la détection et délimitation des arbres, des marais et prairies humides ou non, de la végétation flottante...

Les conditions météorologiques précédant le vol du drone influencent considérablement les orthophotographies en proche infrarouge notamment. En effet, de fortes pluies quelques jours avant le vol peuvent entraîner des crues mais aussi rendre la détection des zones humides plus compliquée du fait de l'homogénéisation de la teneur en eau des sols.

Enfin la journée de vol idéale doit être ensoleillée avec peu de nuages et de vent. L'objectif est de permettre un vol le plus stable possible dans des conditions de lumière les meilleures possibles pour ne pas altérer la qualité des images. En hiver la journée de collecte est très courte (quelques heures seulement) car les ombres portées de la végétation sont rapidement très grandes et gênent considérablement la photointerprétation et le traitement des images.

## PRÉCISION, FLEXIBILITÉ, ÉCONOMIE DE TEMPS, FONCTIONNALITÉ ET DIVERSITÉ, LES MAÎTRES MOTS DU DRONE...

Par rapport aux données communément utilisées, les sorties de drone sont beaucoup plus précises (elles permettent par exemple l'identification d'espèces végétales), très rapides à obtenir, assez faciles d'utilisation et sans trace de nébulosité. De plus le gestionnaire peut fixer les dates de passage et de répétition dans l'année, les conditions de vols, les types de produits souhaités (orthophotographie couleur, proche infrarouge, modèle numérique de surface, indices écologiques...),

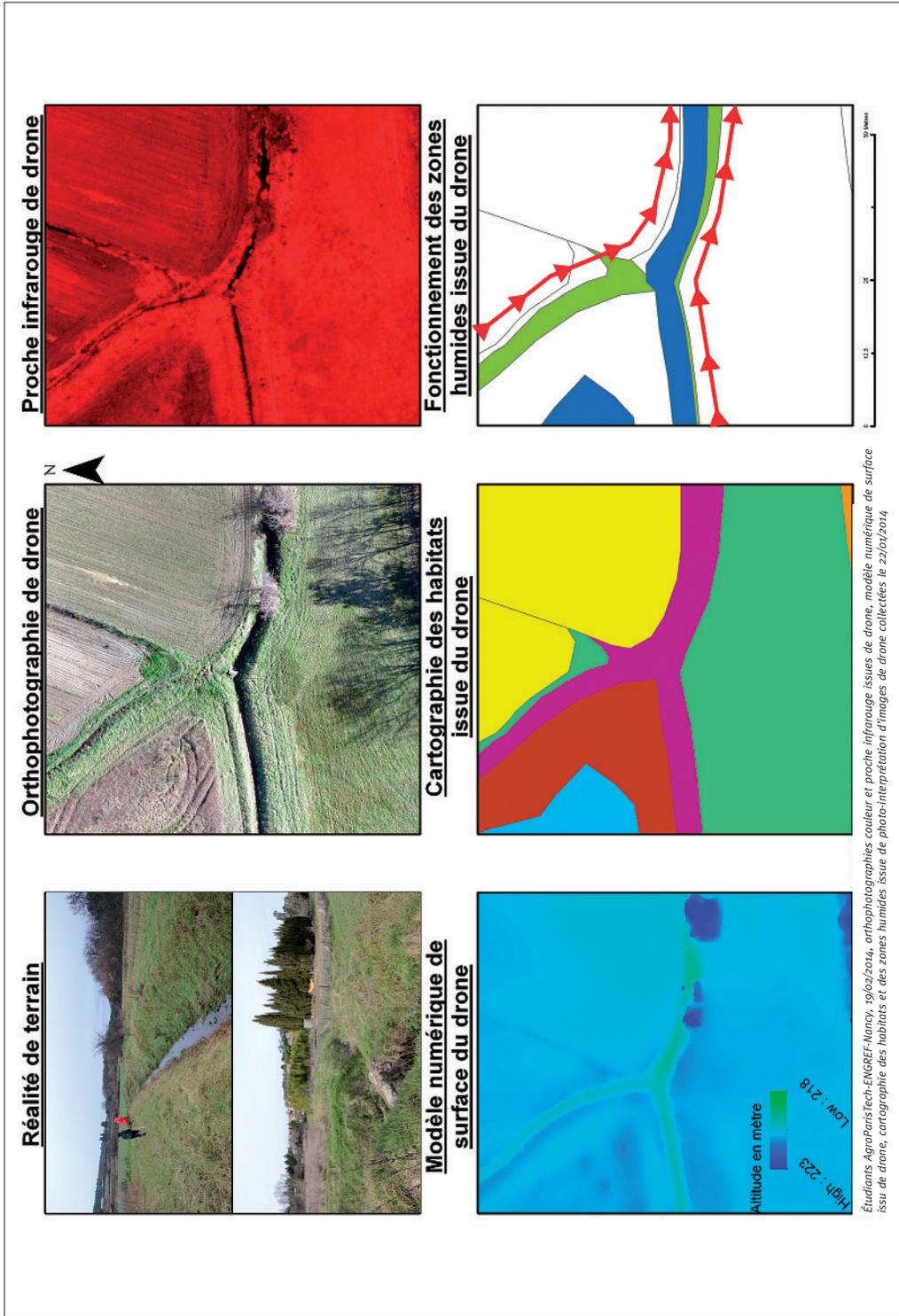
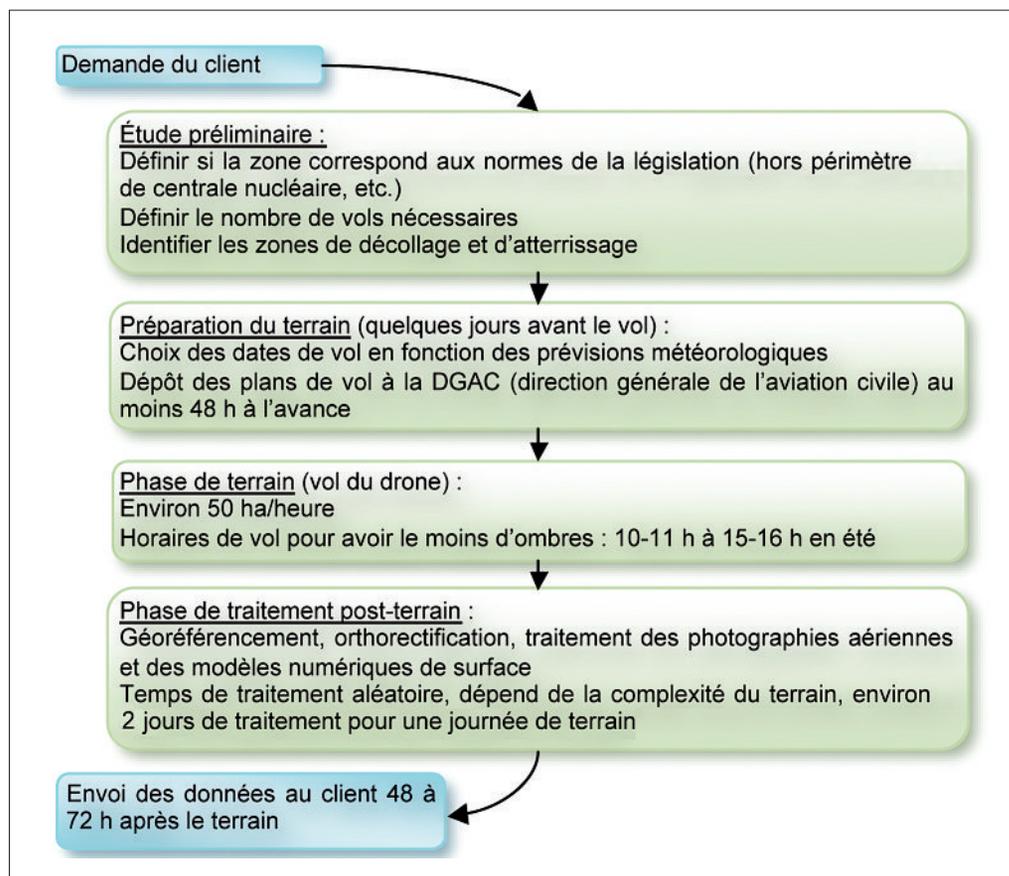


Photo 3 Illustration des produits issus et dérivés de drone

FIGURE 1

### DÉMARCHE GÉNÉRALE POUR LA RÉALISATION D'UN VOL DE DRONE AVEC LA SOCIÉTÉ GEOFALCO



le tout adapté à son territoire d'étude dont il en définit le périmètre au préalable. Enfin les cartes issues des images de drone (carte des habitats, des zones humides, du fonctionnement des zones humides...) sont fonctionnelles et opérationnelles pour la mise en place d'actions de gestion ou de suivi, ou pour une utilisation directe sur le terrain. **En effet les erreurs sont rares et la validation est très rapide, ce qui permet une économie très importante de temps sur le terrain** et donc d'argent contrairement à une cartographie basée sur des données standards beaucoup moins précises et nécessitant beaucoup plus de terrain (mise en place d'inventaires exhaustifs pour prospecter la zone étudiée), pour la compléter et la valider.

### ... MAIS AUSSI QUELQUES LIMITES

Le drone est plutôt adapté à la collecte des données sur des territoires petits (inférieurs au millier d'hectares) car sinon les temps et coûts d'acquisition et de traitement des données peuvent facilement devenir importants. Néanmoins le gain très important en temps de terrain et en temps d'obtention des données vient modérer le coût d'utilisation d'un drone par rapport aux données de l'IGN.

Par ailleurs, certains territoires sont très réglementés pour la circulation des drones (villes, terrains militaires, proximité d'aéroport, d'aérodrome et de centrale nucléaire...).

De plus, l'ancienneté d'acquisition d'images issues de drone est presque nulle sur le territoire français alors que l'IGN a plus de 70 ans d'ancienneté.

En hiver, les ombres portées de la végétation peuvent entraîner des désagréments importants, pour la photointerprétation notamment.

Le vent peut lui aussi être une gêne à la collecte des données mais son effet est très limité car le passage du drone peut être très facilement décalé de quelques jours par rapport à la date prévue.

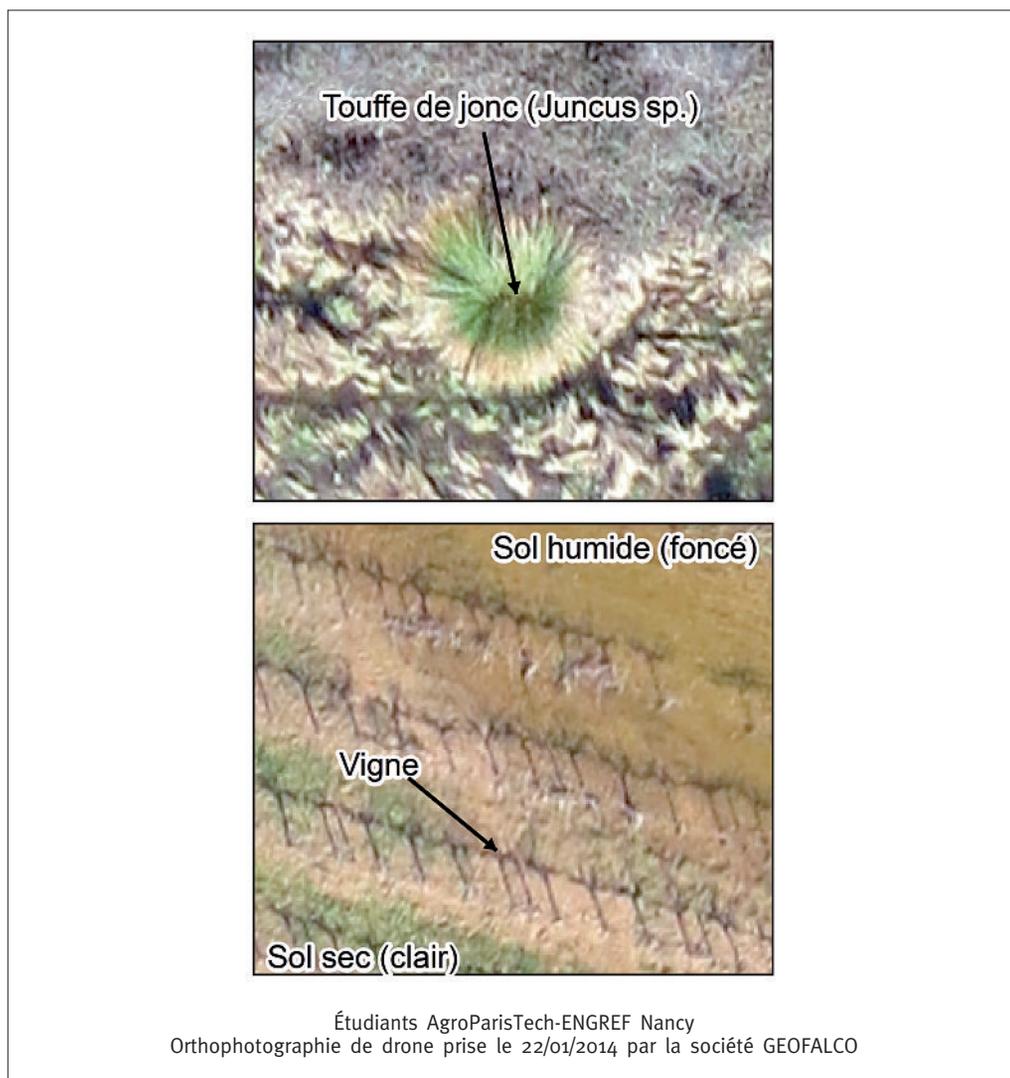


Photo 4 Exemples d'éléments observables avec un drone

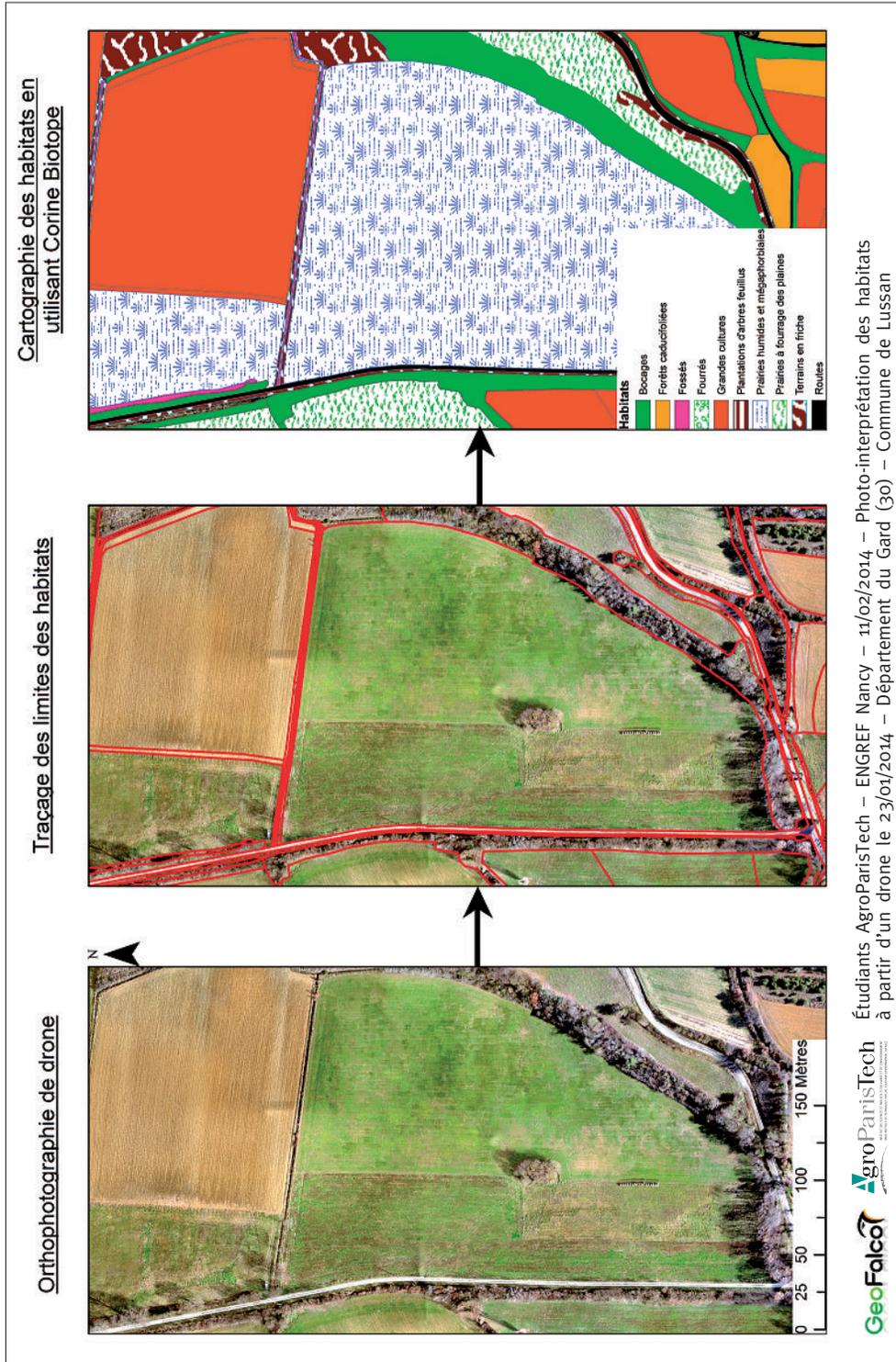


Photo 5 Méthodologie de cartographie des habitats par photointerprétation

## UN AVENIR PROMETTEUR

L'utilisation des drones dans le domaine de la gestion des espaces est toute récente et déjà très prometteuse. En effet les applications sont multiples et en plein essor, comme en témoigne cette synthèse prospective. Avec l'arrivée de nouvelles méthodes de traitement et d'acquisition des images, les drones devraient fournir dans peu de temps de nouveaux outils aux gestionnaires, comme des modèles numériques de terrain (MNT), des orthophotographies en moyen infrarouge...

Ceux-ci vont pouvoir intégrer de manière courante l'utilisation des drones dans la mise en place de plans de gestion, dans le suivi de mesures et d'actions, et pourquoi pas dans l'évaluation des impacts potentiels avant la mise en place d'actions de gestion ou d'exploitation de la nature. Affaire à suivre !

**Florentin MADROLLES – Solenne LEFÈVRE – Lauranne PILLE**

Étudiants ingénieurs en 3<sup>e</sup> année  
dominante Gestion des milieux naturels  
AgroParisTech-Nancy  
14 rue Girardet – CS 14216  
F-54042 NANCY CEDEX  
(florentin.madrolles@agroparistech.fr)  
(lauranne.pille@agroparistech.fr)  
(solenne.lefevre@agroparistech.fr)

avec la collaboration de :

**Matthieu de PINEL**  
Directeur de GeoFalco  
12 chemin du Pas-Bastère  
F-31410 LONGAGES  
(contact@geofalco.fr)

**Philippe DURAND**  
Ingénieur forestier et enseignant  
AgroParisTech  
14 rue Girardet – CS 14216  
F-54042 NANCY CEDEX  
(philippe.durand@agroparistech.fr)

---

**UN DRONE POUR DÉTECTER ET DÉLIMITER LES ZONES HUMIDES : UNE RÉALITÉ IMMINENTE ? (Résumé)**

Dans le cadre d'un projet intitulé Bassin versant et ressources en eau, mené dans le Gard par des étudiants d'AgroParisTech (centre de Nancy) en partenariat avec la société GeoFalco, une étude des possibilités d'utilisation de photographies issues d'un drone (avion téléguidé sans pilote) dans le but de détecter et délimiter des zones humides a été menée.

Cette mission a permis de mieux cerner les potentialités des drones pour la détection et la délimitation des zones humides, mais aussi leur utilité dans la cartographie des habitats naturels, la détection d'espèces végétales, la définition et la planification des actions de gestion ainsi que leur suivi et leur évaluation.

Les multiples applications des drones ont été brièvement évaluées dans le cadre de la gestion des espaces naturels et en particulier des milieux humides.

**A DRONE TO DETECT AND DELINEATE WETLANDS - SOON A REALITY? (Abstract)**

In the context of a project named "Watershed and Water Resources" conducted in the Gard *département* by students at AgroParisTech (Nancy centre) in partnership with the firm Geofalco, a study of the possibilities for using photographs taken by a drone (an unmanned, remotely piloted aircraft) for the purposes of detecting and delineating wetlands was undertaken.

The study was able to better assess the potential of drones for detection and delineation of wetlands, as well as their usefulness for mapping natural habitats, detecting plant species, defining and planning management action along with its monitoring and assessment.

The multiple applications of drones were briefly evaluated in the context of the management of natural spaces, particularly wetland environments.

---